

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

# PLASMA PROCESSOR AND METHOD THEREFOR

Patent number: JP2000036490

Publication date: 2000-02-02

Inventor: KOSHIMIZU CHISHIO; ISHIIHARA HIROYUKI; HIGUCHI KIMIHIRO; MARUYAMA KOJI

Applicant: TOKYO ELECTRON YAMANASHI LTD.; JAPAN SCIENCE & TECHNOLOGY CORP

Classification:

- international: H01L21/3065; C23F4/00; H01L21/205; H01L21/68; H05H1/46

- european:

Application number: JP19980219760 19980716

Priority number(s):

Also published as:



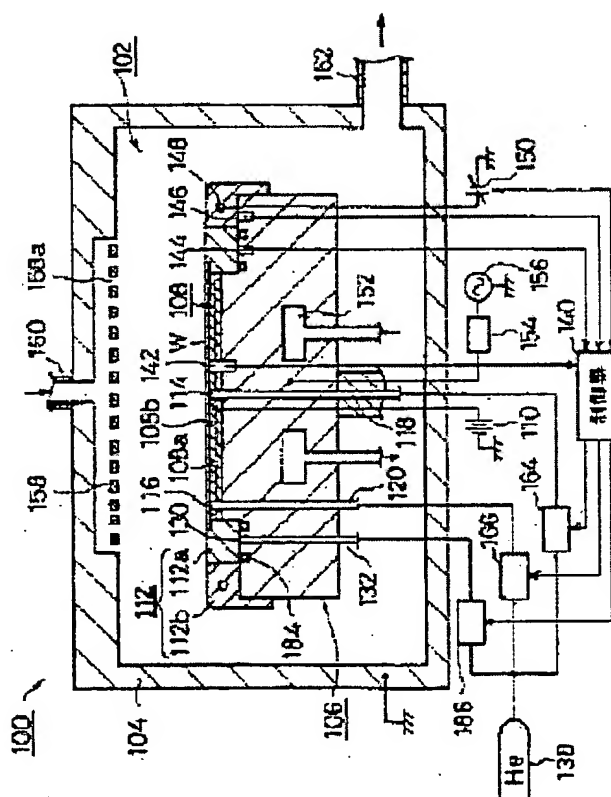
WO0004576 (A1)

US6676804 (B1)

## Abstract of JP2000036490

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a plasma processor and the method capable of executing a uniform processing to the entire surface of a body to be processed.

**SOLUTION:** For this plasma processor, an electrostatic chuck 108 is provided on a lower electrode 106 arranged inside the processing chamber 102 of an etching device 100, and a conductive inner side ring body 112a and an insulating outer side ring body 112b are arranged so as to surround the periphery of a wafer W mounted on a chuck surface. The temperatures of the wafer W and the inner side and outer side ring bodies 112a and 112b are detected by first-third temperature sensors 142, 144 and 146. A controller 140 controls the pressure of He supplied from a first gas ejecting hole 114 to a part between the center part of the wafer W and the electrostatic chuck 108 and from a second gas ejecting hole 116 to the part between the outer edge part of the wafer W and the electrostatic chuck 108 and the heat generation of a heater 148 inside the outer side ring body 112b, so as to make the temperatures of the wafer W and the inner side ring body 112a almost the same, based on temperature information.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-36490

(P2000-36490A)

(43) 公開日 平成12年2月2日 (2000.2.2)

(51) Int. Cl.<sup>7</sup> 識別記号

H 0 1 L 21/3065

C 2 3 F 4/00

H 0 1 L 21/205

21/68

H 0 5 H 1/46

F I

H 0 1 L 21/302

C 2 3 F 4/00

H 0 1 L 21/205

21/68

H 0 5 H 1/46

ターミナル (参考)

B 4 K 0 5 7

A 5 F 0 0 4

5 F 0 3 1

R 5 F 0 4 5

A

審査請求 未請求 請求項の数10 F D (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願平10-219760

(22) 出願日 平成10年7月16日 (1998.7.16)

(71) 出願人 000109565

東京エレクトロン山梨株式会社

山梨県新崎市藤井町北下条2381番地の1

(71) 出願人 396020800

科学技術振興事業団

埼玉県川口市本町4丁目1番8号

(72) 発明者 興水 地塩

山梨県新崎市藤井町北下条2381番地の1

東京エレクトロン山梨株式会社内

(74) 代理人 100095957

弁理士 亀谷 美明 (外1名)

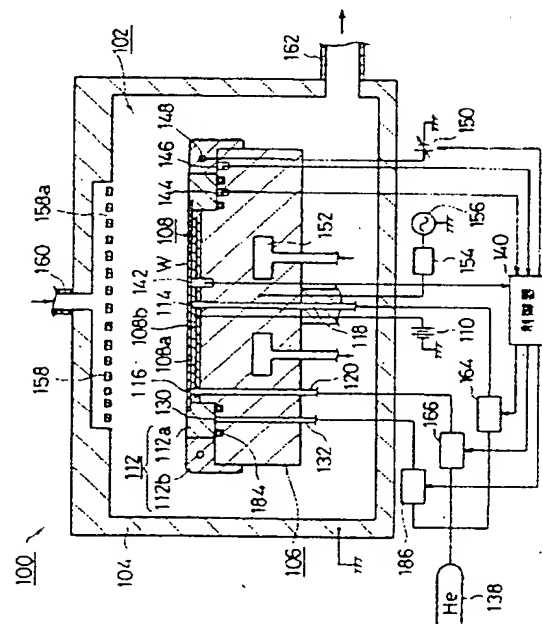
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 プラズマ処理装置およびその方法

(57) 【要約】

【課題】 被処理体の全面に均一な処理を施すことが可能なプラズマ処理装置およびその方法を提供する。

【解決手段】 エッチング装置100の処理室102内に配置された下部電極106上には、静電チャック108が設けられ、チャック面上に載置されるウェハWの周囲を囲むように導電性の内側リング体112aと絶縁性の外側リング体112bが配置される。ウェハWと内側および外側リング体112a、112bの温度は、第1〜第3温度センサ142、144、146で検出される。制御器140は、該温度情報に基づいてウェハWと内側リング体112aの温度が略同一になるように、第1ガス吐出孔114からウェハWの中央部と静電チャック108との間および第2ガス吐出孔116からウェハWの外縁部と静電チャック108との間に供給するHeの圧力と、外側リング体112b内のヒータ148の発熱量を制御する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 処理室内に配された電極上に載置される被処理体に対してプラズマ処理を施すプラズマ処理装置において：前記電極に設けられる温度調整手段と：少なくとも前記電極上に載置される前記被処理体の周囲を囲むように配置される導電性リング体と、前記導電性リング体の周囲を囲むように配置される絶縁性リング体とからなるリング体と：少なくとも前記導電性リング体と前記電極との間に伝熱ガスを供給する第1ガス供給経路と：前記伝熱ガスの供給圧力を調整する圧力調整手段と：前記圧力調整手段を制御する第1制御手段と：を備えることを特徴とする、プラズマ処理装置。

【請求項2】 前記第1制御手段は、少なくとも前記導電性リング体の温度と前記被処理体の温度とが略同一になるように、前記圧力調整手段を制御することを特徴とする、請求項1に記載のプラズマ処理装置。

【請求項3】 前記第1制御手段は、少なくとも前記導電性リング体の温度と前記被処理体の温度とを測定する温度センサで検出された温度情報に基づいて前記圧力調整手段を制御することを特徴とする、請求項1または2のいずれかに記載のプラズマ処理装置。

【請求項4】 前記電極には、少なくとも前記被処理体と前記電極との間に伝熱ガスを供給し、前記第1ガス供給経路と個別独立に形成された1または2以上の第2ガス供給経路が設けられることを特徴とする、請求項1、2または3のいずれかに記載のプラズマ処理装置。

【請求項5】 さらに、少なくとも前記絶縁性リング体に設けられる加熱手段と：前記加熱手段を制御する第2制御手段と：を備えることを特徴とする、請求項1、2、3または4のいずれかに記載のプラズマ処理装置。

【請求項6】 処理室内に配された電極上に載置される被処理体に対してプラズマ処理を施すプラズマ処理装置において：前記電極に設けられる温度調整手段と：前記電極上に載置される前記被処理体の周囲を囲むように配置される導電性リング体と：少なくとも前記導電性リング体と前記電極との間に伝熱ガスを供給する第1ガス供給経路と：前記第1ガス供給経路と連通し、少なくとも前記被処理体と前記電極との間に前記伝熱ガスを供給する第2ガス供給経路と：前記伝熱ガスの供給圧力を調整する圧力調整手段と：前記圧力調整手段を制御する制御手段と：を備えることを特徴とする、プラズマ処理装置。

【請求項7】 処理室内に配された電極の載置面に形成された静電チャック上に載置される被処理体に対してプラズマ処理を施すプラズマ処理装置において：前記電極に設けられる温度調整手段と：前記静電チャック上に載置される前記被処理体の周囲を囲むように配置される導電性リング体と：少なくとも前記電極と前記導電性リング体との間に介装され、前記電極と前記導電性リング体との間の熱伝導率を、前記電極と前記被処理体との間の

熱伝導率と略同一にする熱伝導率調整部材と：を備えることを特徴とする、プラズマ処理装置。

【請求項8】 処理室内に配された電極上に載置される被処理体に対してプラズマ処理を施すプラズマ処理装置において：前記電極に設けられる温度調整手段と：前記電極上に載置される前記被処理体の周囲を囲むように配置される導電性リング体と：少なくとも前記導電性リング体を前記電極に対して押圧すると共に、前記導電性リングの押圧力を調整可能な押圧手段と：を備えることを特徴とする、プラズマ処理装置。

【請求項9】 処理室内に配された電極上に載置される被処理体に対してプラズマ処理を施すプラズマ処理方法において：前記電極に設けられる温度調整手段を調整し、前記電極を所定温度に設定する工程と：前記電極上に載置される前記被処理体の周囲を囲むように配される導電性リング体と、前記電極との間に伝熱ガスを供給する工程と：前記被処理体の温度と前記導電性リング体の温度とが略同一になるように、前記伝熱ガスの供給圧力を調整する工程と：を含むことを特徴とする、プラズマ処理方法。

【請求項10】 処理室内に配された電極上に載置される被処理体に対してプラズマ処理を施すプラズマ処理方法において、前記電極に設けられる温度調整手段により温度が調整される前記被処理体の温度と、前記電極上に載置される前記被処理体の周囲を囲むように配される導電性リング体の温度とを略同一にして前記プラズマ処理を行うことを特徴とする、プラズマ処理方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、プラズマ処理装置およびその方法に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、気密な処理室内に、被処理体、例えば半導体ウェハ（以下、「ウェハ」と称する。）の載置台を兼ねた下部電極と、接地された処理室壁面の一部を成す上部電極とを対向配置したプラズマエッチング装置が提案されている。該装置の下部電極上には、静電チャックが設けられており、例えばポリイミド製の薄膜で挟持された電極に高圧直流電力を印加すると、チャック面上に載置されたウェハが吸着保持される。また、下部電極には、静電チャック上に載置されるウェハの周囲を囲うように略環状のリング体が配置されている。このリング体は、導電性の内側リング体と絶縁性の外側リング体から成り、静電チャック上にウェハが載置された際に、内側リング体がウェハの周囲を囲み、外側リング体が内側リング体の周囲を囲むと共に下部電極の周縁部を覆うように電極上に配置されている。また、下部電極には、温度調整機構が内装されており、下部電極および静電チャックを介してウェハの温度を調整することができる。さらに、下部電極には、静電チャックとウェハとの

間に伝熱ガスを供給するためのガス供給経路が設けられており、その伝熱ガスによってウェハと静電チャックとの間の熱伝導率を高めるように構成されている。

【0003】かかる構成により、所定温度に維持された下部電極上に載置されたウェハを静電チャックで吸着保持すると共に、処理室内に所定の処理ガスを導入した後、下部電極に所定の高周波電力を印加すると、処理室内にプラズマが生成され、該プラズマによりウェハに所定のエッチング処理が施される。また、内側リング体は、上記の如く導電性材料、例えばSiやSiCやC（カーボン）などから形成されているため、プラズマに対してウェハの外径を電氣的に大きく見せることができ、プラズマをウェハの中央部のみならずその外縁部にも均一に入射させることができる。さらに、外側リング体は、上記の如く絶縁性材料、例えばAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>やSiO<sub>2</sub>などから形成されているため、プラズマをウェハ上に集中させて、ウェハ全面に均一に案内することができる。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、導電性の内側リング体は、ウェハと同様にプラズマ中のイオンが激しく衝突するため、非常に加熱され易い。さらに、内側リング体は、下部電極に直接固定される外側リング体とは異なり、下部電極上に置かれているだけなので、処理時の減圧雰囲気下では、内側リング体の熱を十分に下部電極に放熱させることができない。その結果、内側リング体は、250℃程度にまで加熱されることがあり、該熱によって内側リング体の周辺のラジカル密度が不均一になって、内側リング体に隣接するウェハ外縁部のエッチングレートが低下し、ウェハの中央部とその外縁部で処理に差が生じて、ウェハの全面に均一な処理を施すことが困難となる。

【0005】さらに、最近、例えば直径が300mmなどの大口径ウェハに処理を施す技術が提案されているが、ウェハの直径に比例してウェハ外縁部の被処理面の面積も大きくなり、上述の如くウェハの外縁部に均一な処理を施せないと、歩留りの低下が一層顕著になる。さらにまた、半導体素子の生産性を向上させるためには、ウェハの外縁部のぎりぎりのところにまで素子を形成する必要があるが、上記の如くウェハの外縁部に均一な処理を施すことができないと、かかる技術的要求も達成することができない。

【0006】また、外側リング体は、絶縁性材料から構成されているために、内側リング体よりもプラズマ中のイオンの衝突割合が少なく、外側リング体の温度上昇は内側リング体に比べて相対的に緩慢である。その結果、エッチング処理を複数のウェハに連続的に行う場合には、最初のウェハから所定枚数のウェハに処理を施すまでは、特に外側リング体の温度が安定せず、外側リング体の周辺、すなわちウェハの外縁部周辺のラジカル密度

が不均一となって、ウェハの中央部と外縁部とで処理に差が生じ、ウェハの全面に均一な処理を施すことが困難となる。従って、処理開始時には、外側リング体の温度を安定させるため、所定枚数のダミーウェハに処理を施す必要があり、スループットを低下させる原因となっている。

【0007】本発明は、従来の技術が有する上記のような問題点に鑑みて成されたものであり、本発明の第1の目的は、被処理体上および被処理体の外縁部周辺に均一なラジカルを生成し、被処理体の全面に均一な処理を施すことが可能な、新規かつ改良されたプラズマ処理装置およびその方法を提供することである。

【0008】また、本発明の第2の目的は、処理開始直後から均一かつ安定した処理を被処理体に施すことが可能な、新規かつ改良されたプラズマ処理装置およびその方法を提供することである。

【0009】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するために、本発明の第1の観点によれば、請求項1に記載の発明のように、処理室内に配された電極上に載置される被処理体に対してプラズマ処理を施すプラズマ処理装置において、電極に設けられる温度調整手段と、少なくとも電極上に載置される被処理体の周囲を囲むように配置される導電性リング体と、導電性リング体の周囲を囲むように配置される絶縁性リング体とからなるリング体と、少なくとも導電性リング体と電極との間に伝熱ガスを供給する第1ガス供給経路と、伝熱ガスの供給圧力を調整する圧力調整手段と、圧力調整手段を制御する第1制御手段と、を備えることを特徴とするプラズマ処理装置が提供される。

【0010】かかる構成によれば、第1制御手段が圧力調整手段を調整し、所定圧力の伝熱ガスを第1ガス供給経路を介して少なくとも導電性リング体と電極との間に供給するので、処理時の減圧雰囲気下でも、電極上に載せられている導電性リング体と電極との間の熱伝導率を高めることができ、該導電性リング体の熱を所定温度に維持された電極に確実に吸収させることができる。その結果、処理中にイオンの衝突によって導電性リング体が加熱されても、その導電性リング体を所定の温度に維持することができるので、導電性リング体に隣接する被処理体の外縁部付近のラジカル密度を一定にすることができる。また、伝熱ガスの圧力は、ガス圧力調整手段で適宜変更することができるので、導電性リング体の温度をプロセスに応じて適宜設定することもできる。

【0011】また、第1制御手段で、例えば請求項2に記載の発明のように、少なくとも導電性リング体の温度と被処理体の温度とが略同一になるように、圧力調整手段を制御すれば、被処理体と導電性リング体の周辺に分布するラジカルの密度を均一化することができるため、

被処理体の中央部と外縁部で処理に差が生じることなく、被処理体の全面に均一な処理を施すことができる。

【0012】さらに、第1制御手段で、例えば請求項3に記載の発明のように、少なくとも導電性リング体の温度と被処理体の温度とを測定する温度センサで検出された温度情報に基づいて圧力調整手段を制御すれば、処理中に随時変化する被処理体の温度に追従させて導電性リング体を所定温度に設定することができる。

【0013】また、電極に、例えば請求項4に記載の発明のように、少なくとも被処理体と電極との間に伝熱ガスを供給し、第1ガス供給経路と個別独立に形成された1または2以上の第2ガス供給経路が設けてもよい。かかる構成によれば、第1ガス供給経路と第2ガス供給経路が個別独立に形成されているので、被処理体と電極との間と、導電性リング体と電極との間に供給する伝熱ガスの種類や供給圧力を相互に変更することができる。その結果、被処理体と電極との間と、導電性リング体と電極との間の各熱伝導率を相互に独立して設定することができるため、導電性リング体の温度調整を確実に行うことができる。

【0014】さらに、上記プラズマ処理装置に、例えば請求項5に記載の発明のように、少なくとも絶縁性リング体に設けられる加熱手段と、加熱手段を制御する第2制御手段とを備えてもよい。かかる構成によれば、第2制御手段が加熱手段を制御し、絶縁性リング体を処理開始前に予め所定温度に加熱できるので、処理中に絶縁性リング体の温度変化が実質的になくなり、処理開始直後から被処理体に所定の処理を施すことができる。その結果、予めダミーの被処理体に処理を施して絶縁性リング体の温度を所定温度に上昇させて安定させる必要がないので、スループットを向上させることができる。さらに、絶縁性リング体の温度を適宜調整できるので、処理中のみならず処理前後で絶縁性リング体を所定温度に維持することができる。

【0015】また、本発明の第2の観点によれば、請求項6に記載の発明のように、処理室内に配された電極上に載置される被処理体に対してプラズマ処理を施すプラズマ処理装置において、電極に設けられる温度調整手段と、電極上に載置される被処理体の周囲を囲むように配置される導電性リング体と、少なくとも導電性リング体と電極との間に伝熱ガスを供給する第1ガス供給経路と、第1ガス供給経路と連通し、少なくとも被処理体と電極との間に伝熱ガスを供給する第2ガス供給経路と、伝熱ガスの供給圧力を調整する圧力調整手段と、圧力調整手段を制御する制御手段と、を備えることを特徴とするプラズマ処理装置が提供される。

【0016】かかる構成によれば、第1ガス供給経路と第2ガス供給経路とを連通させたので、第1ガス供給経路に個別独立したガス供給系を接続しなくても導電性リング体と電極との間に伝熱ガスを供給することができ、

装置構成を容易にすることができる。さらに、上記構成を採用すれば、上述した従来の装置からの変更点も少なくなり、該発明を容易に実施することができる。

【0017】さらに、本発明の第3の観点によれば、請求項7に記載の発明のように、処理室内に配された電極の載置面に形成された静電チャック上に載置される被処理体に対してプラズマ処理を施すプラズマ処理装置において、電極に設けられる温度調整手段と、静電チャック上に載置される被処理体の周囲を囲むように配置される導電性リング体と、少なくとも電極と導電性リング体との間に介装され、電極と導電性リング体との間の熱伝導率を、電極と被処理体との間の熱伝導率と略同一にする熱伝導率調整部材と、を備えることを特徴とするプラズマ処理装置が提供される。

【0018】かかる構成によれば、少なくとも導電性リング体と電極との間に上記熱伝導率調整部材を介装するので、電極上に載置される被処理体と電極との間と、導電性リング体と電極との間の熱伝導率を略同一にでき、比較的簡単な構成で導電性リング体の温度と被処理体の温度を実質的に一致させることができる。さらに、導電性リング体と電極との間に上記熱伝導率調整部材を介装するのみなので、容易に実施することができると共に、処理装置の生産コストの上昇を抑えることもできる。

【0019】また、本発明の第4の観点によれば、請求項8に記載の発明のように、処理室内に配された電極上に載置される被処理体に対してプラズマ処理を施すプラズマ処理装置において、電極に設けられる温度調整手段と、電極上に載置される被処理体の周囲を囲むように配置される導電性リング体と、少なくとも導電性リング体を電極に対して押圧すると共に、導電性リングの押圧力を調整可能な押圧手段と、を備えることを特徴とするプラズマ処理装置が提供される。

【0020】かかる構成によれば、押圧手段によって導電性リング体を電極に密着できるので、導電性リング体と電極との間の熱伝導率を高めることができ、導電性リング体の熱を電極に吸収させることができる。さらに、導電性リング体の押圧力は、押圧手段により調整可能なので、導電性リング体の温度を所定温度に適宜設定することができる。また、導電性リング体を押圧手段で電極に押圧するのみなので、装置構成を簡素化することができる。

【0021】さらに、本発明の第5の観点によれば、請求項9に記載の発明のように、処理室内に配された電極上に載置される被処理体に対してプラズマ処理を施すプラズマ処理方法において、電極に設けられる温度調整手段を調整し、電極を所定温度に設定する工程と、電極上に載置される被処理体の周囲を囲むように配される導電性リング体と、電極との間に伝熱ガスを供給する工程と、被処理体の温度と導電性リング体の温度とが略同一になるように、伝熱ガスの供給圧力を調整する工程と、

を含むことを特徴とするプラズマ処理方法が提供される。

【0022】かかる構成によれば、導電性リング体と電極との間に、被処理体の温度と導電性の温度とが略同一になるように所定の供給圧力で伝熱ガスを供給し、導電性リング体の温度を調整するので、処理時の減圧雰囲気下でも導電性リング体と電極との間の熱伝導率を高めることができると共に、伝熱ガスの供給圧力の調整により、導電性リング体の温度を適宜調整することができる。

【0023】また、本発明の第6の観点によれば、請求項10に記載の発明のように、処理室内に配された電極上に載置される被処理体に対してプラズマ処理を施すプラズマ処理方法において、電極に設けられる温度調整手段により温度が調整される被処理体の温度と、電極上に載置される被処理体の周囲を囲むように配される導電性リング体の温度とを略同一にしてプラズマ処理を行うことを特徴とする、プラズマ処理方法が提供される。

【0024】かかる構成によれば、所定温度に調整される被処理体の温度と、導電性リング体との温度とが実質的に同一の状態では被処理体にプラズマ処理を施すので、均一な密度のラジカルを生成することができ、被処理体の全面に均一な処理を施すことができる。なお、被処理体の温度と導電性リング体の温度とを略同一にするためには、上述した発明の如く、導電性リング体と電極との間に伝熱ガスを供給したり、熱伝導率調整部材を介装したり、あるいは導電性リング体を電極に押圧すればよい。

【0025】

【発明の実施の形態】以下に、添付図面を参照しながら、本発明にかかるプラズマ処理装置およびその方法をエッチング装置およびその方法に適用した実施の形態について説明する。

【0026】（第1の実施の形態）

（1）エッチング装置の全体構成

まず、図1および図2を参照しながら、本発明を適用可能なエッチング装置100の全体構成について説明する。図1に示すエッチング装置100の処理室102は、接地された気密な処理容器104内に形成されている。処理室102内には、ウェハWの載置台を兼ねた下部電極106が配置されている。この下部電極106は、熱伝導率が良く導電性の金属、例えばアルミニウムから成り、略円筒形状に形成されている。また、下部電極106の載置面には、例えばポリイミド製の薄膜108aで電極108bを挟持して成る静電チャック108が設けられており、その電極108bには、1.5kVの高電圧を出力する高圧直流電源110が接続されている。

【0027】また、下部電極106の上部には、静電チャック108上に載置されるウェハWの周囲を囲むよう

に略環状のリング体112が設けられている。このリング体112は、例えばSiやSiCやC（カーボン）など導電性材料から成る内側リング体（導電性リング体）112aと、例えばAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>やSiO<sub>2</sub>など絶縁性材料から成る外側リング体（絶縁性リング体）112bから構成されている。また、内側リング体112aは、図示の例では、静電チャック108の周囲と、静電チャック108のチャック面上に載置されるウェハWの周囲を囲むように配置されている。さらに、外側リング体112bは、図示の例では、内側リング体112aの周囲を囲むと共に、下部電極106の外縁部と、その側部の一部を覆うように配置されている。また、内側リング体112aと外側リング体112bは、不図示の締結部材、例えばボルトによって下部電極106に固定されている。

【0028】また、静電チャック108のチャック面には、静電チャック108とウェハWとの間に伝熱ガス、例えばHeを供給する第1および第2ガス供給孔114、116が設けられており、図示の例では、第1ガス供給孔114は、ウェハWの中央部にHeを供給可能な位置に所定間隔ごとに配置され、第2ガス供給孔116は、ウェハWの外縁部にHeを供給可能な位置に所定間隔ごとに配置されている。また、第1ガス供給孔114と第2ガス供給孔116には、それぞれに対応して第1ガス供給管118と第2ガス供給管120が接続されており、これら第1ガス供給管118と第2ガス供給管120には、それぞれに対応して第1圧力調整ユニット164と第2圧力調整ユニット166が介装されている。

【0029】第1圧力調整ユニット164は、図2に示すように、第1ガス供給孔114とガス供給源138との間に第1開閉バルブ121と流量調整バルブ（マスフローコントローラ）122と第2開閉バルブ124が介装され、第1開閉バルブ121と流量調整バルブ122との間に圧力計（キャパシタンスマノメータ）168と第1排気管170が介装されている。さらに、第1排気管170には、圧力調整バルブ172と第3開閉バルブ174が介装されており、その圧力調整バルブ172には、上記圧力計168が接続されている。さらにまた、流量調整バルブ122と圧力調整バルブ172には、制御器140が接続されている。また、第2圧力調整ユニット166は、同図に示す第1圧力調整ユニット164と同一に構成されている。

【0030】また、図1に示すように、内側リング体112aと接する下部電極106の表面には、Oリング184で気密にシールされた内側リング体112aと下部電極106との間に伝熱ガス、例えばHeガスを供給する本実施の形態にかかる第3ガス供給孔130が設けられており、図示の例では、第3ガス供給孔130は、内側リング体112aの底面にHeを供給可能な位置に、所定間隔ごとに配置されている。さらに、第3ガス供給孔130には、第3ガス供給管132が接続されてお



り、この第3ガス供給管132には、第3圧力調整ユニット186が介装されている。また、第3圧力調整ユニット186は、図2に示す第1圧力調整ユニット164と同一に構成されている。

【0031】また、制御器140には、図1に示すようにウェハWの温度を検出する第1温度センサ142と、内側リング体112aの温度を検出する第2温度センサ144と、外側リング体112bの温度を検出する第3温度センサ146が接続されている。これら本実施の形態にかかる第1～第3温度センサ142、144、146は、図示の例では、ファイバ式接触温度計から構成されており、第1の温度センサ142は、ウェハWと接触する静電チャック108のチャック面に露出するように配置され、第2温度センサ144は、内側リング体112aと接触する下部電極106の表面に露出するように配置され、第3温度センサ146は、外側リング体112bと接触する下部電極106の表面に露出するように配置されている。

【0032】また、外側リング体112b内には、本実施の形態にかかるヒータ148が内装されており、このヒータ148には、可変電源150が接続されている。さらに、その可変電源150には、上記制御器140が接続されている。また、下部電極106には、下部電極106の温度を適宜調整するための温度調整機構を構成する冷媒循環路152が内装されており、この冷媒循環路152内に例えば-20℃の冷媒が循環する。さらに、下部電極106には、整合器154を介して、例えば13.56MHzで1700Wのプラズマ生成用高周波電力を出力する高周波電源156が接続されている。

【0033】また、下部電極106の載置面に対向する処理室102の天井部には、接地された上部電極158が配置されている。また、上部電極158は、多数のガス吐出孔158aが形成されており、このガス吐出孔158aには、不図示の処理ガス供給源と連通する処理ガス供給管160が接続されている。従って、処理ガス供給源から、例えば10sccmのC4F8と、50sccmのCOと、300sccmのArと、5sccmのO<sub>2</sub>との混合ガスが、ガス吐出孔158aを介して処理室102内に供給される。また、処理容器104の下部には、不図示の真空引き機構と連通する第2排気管162が接続されており、その真空引き機構の作動により、処理室102内は、例えば40mTorrの減圧雰囲気維持される。

【0034】(2) 内側リング体の温度とプラズマ中のラジカル分布との関係

次に、図3を参照しながら、内側リング体112aの温度と、処理室102内で生成されるプラズマ中のラジカル分布との関係について説明する。なお、図3-(a)は、ウェハWの中心から半径方向の処理室102内を示す概略的な断面図で、同図中の矢印は処理室102内の

ガスの流れを概略的に示しており、また図3(b)は、図3(a)に対応する処理室102内のラジカル分布を示している。

【0035】図3(a)に示すように、ガス吐出孔158aからウェハW方向に吐出されたガスは、ウェハWの半径方向に流れた後、リング体112付近で流れを変え、図1に示す第2排気管162から排気される。また、内側リング体112aは、上記の如く導電性材料から形成されているため、ウェハWと同様にプラズマ中のイオンが激しく衝突し、非常に加熱され易い。従って、本実施の形態とは異なり、内側リング体112aと下部電極106との間に伝熱ガスを供給しない場合には、処理時の減圧雰囲気下では、内側リング体112aと下部電極106との間の熱伝導率が非常に低いため、内側リング体112aに生じた熱が下部電極106に吸収され難く、内側リング体112aが例えば250℃程度にまで加熱される。さらに、その内側リング体112aが高温になると、図3(b)に実線で示すように、内側リング体112a周辺のラジカルの密度が低下し、内側リング体112aに隣接して配されるウェハWの外縁部のエッチングレートも低下して、ウェハWの中央部と外縁部とで処理にバラツキが生じてしまう。

【0036】そこで、本実施の形態の如く、内側リング体112aと下部電極106との間にHeなどの伝熱ガスを供給すれば、処理時の減圧雰囲気下でも、それら内側リング体112aと下部電極106との間の熱伝導率を高めることができるため、内側リング体112aで生じた熱を下部電極106に確実に吸収させることができる。

【0037】(3) 伝熱ガスの供給構成

次に、図1、図2および図4を参照しながら、ウェハWと静電チャック108との間と、内側リング体112aと下部電極106との間に供給するHeの供給構成について説明する。まず、プラズマ生成前に、図1に示す下部電極106の静電チャック108上に載置されたウェハWの温度が第1温度センサ142で検出されると共に、内側リング体112aの温度が第2温度センサ144で検出され、それら各温度情報が制御器140に伝達される。この際、下部電極106は、例えば-20℃に維持されている。また、制御器140は、それら各温度情報に基づいて、ウェハWの全面と内側リング体112aの温度が略同一になるように、内側リング体112aと下部電極106の間と、ウェハWと静電チャック108との間に供給するHeの圧力を、第1～第3圧力調整ユニット164、166、186によって調整する。これにより、所定圧力に調整されたHeが、第1ガス供給孔114からウェハWの中央部と静電チャック108との間に供給され、第2ガス供給孔116からウェハWの外縁部と静電チャック108との間に供給され、第3ガス供給孔130から内側リング体112aと下部電極



106との間に供給され、ウェハWの温度と内側リング体112aの温度が略同一となる。

【0038】また、上記各Heの圧力は、それぞれに対応する第1～第3圧力調整ユニット164、166、186により、常時上記設定値に維持されている。例えば、図2に示す第1圧力調整ユニット164と同一に構成された第3圧力調整ユニット186を例に挙げて説明すると、内側リング体112aと下部電極106との間の圧力、すなわち第3ガス供給孔130から供給されるHeの圧力は、圧力計168で常時測定されており、その測定された圧力情報は、圧力調整バルブ172に伝達されている。また、圧力調整バルブ172は、圧力計168で測定された実圧力値と、制御器140により設定された設定圧力値とを比較し、それら実圧力値と設定圧力値とが略同一になるように、該圧力調整バルブ172の開度を調整している。従って、上記実圧力値が設定圧力値よりも大きい場合には、圧力調整バルブ172を開放して、第3ガス供給管132内のHeを第1排気管170を介して排気し、内側リング体112aと下部電極106との間の圧力を低下させることにより、該圧力と上記設定圧力値とを略同一にする。また、第1および第2圧力調整ユニット164、166も上述の如く第3圧力調整ユニット186略同一に構成されているので、ウェハWと静電チャック108との間の圧力も常時設定圧力値に維持されている。

【0039】次いで、プラズマ処理を開始すると、例えば図4に示すように、ウェハWの温度が上昇し、変化する。なお、同図は、複数のウェハWに連続的にエッチング処理を施した際の各ウェハWの温度変化を示す概略的な説明図であり、同図中のW-#1～W-#nは、各ウェハWの番号を示している。ここで、ウェハWの温度変化について説明すると、連続処理開始直後のウェハW-#1の温度は、プラズマ生成前には、下部電極106と略同一の-20℃程度に維持されており、処理後には、処理時間に比例して上昇し、例えば3分間の処理が終了した直後には、70℃程度にまで上昇する。

【0040】また、次に処理を施すウェハW-#2の温度は、プラズマ生成前にすでに上記ウェハW-#1よりも高い-10℃程度となる。これは、静電チャック108の構成部材に熱伝導率の低いポリイミド製の薄膜108bを採用しているためであり、ウェハWの搬入出等により、ウェハW-#1の処理終了後からウェハW-#2の処理開始までに、例えば30秒～1分程度の間隔が空いているため、静電チャック108のチャック面の熱が下部電極106に十分に吸収されないためである。さらに、上記理由により、ウェハW-#2の処理中および処理終了直後の温度も、ウェハW-#1よりも相対的に高くなり、処理終了直後には、80℃程度にまで上昇する。以下同様に、ウェハW-#5までは、ウェハWの温度は、処理回数に比例して、処理前～処理直後の温度が

相対的に上昇する。また、ウェハW-#5～ウェハW-#nの温度は、同図に示すプロフィルの如く、略同一に変化する。

【0041】そして、本実施の形態では、図4に示すように変化するウェハWの温度と内側リング体112aの温度を、それぞれに対応する第1温度センサ142と第2温度センサ144で常時検出し、それらウェハWの温度と内側リング体112aの温度が実質的に同一になるように、第3圧力調整ユニット186を適宜調整して、内側リング体112aと下部電極106との間に所定圧力のHeを供給する。かかる構成により、内側リング体112aの温度も、図4に示すウェハWの温度と略同一に変化する。その結果、図3(b)に示す太字点線の如く、内側リング体112a上方のラジカル密度を均一にすることができ、ウェハWの全面に均一なエッチング処理を施すことができる。

【0042】また、ウェハWは、静電チャック108によって該チャック面に吸着保持されているが、ウェハWの外縁部は、該中央部よりもウェハWとチャック面との間に供給されるHeが流出し易いために、ウェハWの中央部よりも温度が相対的に高くなり易い。そこで、本実施の形態では、ウェハWの中央部とチャック面との間にHeを供給する第1ガス吐出孔と114と、ウェハWの外縁部とチャック面との間にHeを供給する第2ガス吐出孔116とを、個別独立に形成し、ウェハWの中央部とその外縁部とで各々異なる圧力のHeを供給する。

【0043】例えば、ウェハWの表面温度を、該表面に形成されたフォトリソグが損傷しない温度である110℃程度以下に設定する場合には、ウェハWの中央部とチャック面中央部との間に7 Torr程度のHeを適宜供給し、ウェハWの外縁部とチャック面の外縁部との間に40 Torr程度のHeを適宜供給する。

【0044】(4) ヒータの制御構成

次に、再び図1を参照しながら、外側リング体112bに内装されたヒータ148の制御構成について説明する。外側リング体112bは、内側リング体112aとは異なり、絶縁性材料から形成されているため、プラズマ雰囲気に曝されてもプラズマ中のイオンがあまり衝突せず、上記の如く複数のウェハWに連続的に処理を行う場合でも、外側リング体112bの温度上昇は、緩慢である。すなわち、外側リング体112bの温度は、所定枚数のウェハWに処理を施した後には、150℃～200℃程度にまで上昇し、安定するが、連続処理の開始から5枚～10枚程度のウェハWに処理を施した後でないと、上記温度で安定しない。その結果、外側リング体112bの温度上昇中には、内側リング体112aの周辺のラジカル密度が一定にならず、ウェハWの処理に影響を及ぼす。

【0045】そこで、外側リング体112bの温度を、ヒータ148によって処理開始前に予め、例えば180

℃程度まで加熱すると共に、その外側リング体112bが上記所定温度に達した後は、外側リング体112bがその180℃程度の温度に維持されるように、制御器140が第3温度センサ146で検出された外側リング体112bの温度情報に基づいてヒータ148を調整し、外側リング体112bの温度を制御する。また、外側リング体112bは、内側リング体112aとは異なり、絶縁性材料から形成されているため、上記イオンの衝突に起因する発熱は比較的少なく、また外側リング体112bで生じた熱は、下部電極106に放熱され易いため、ヒータ148の発熱量の調整のみで、外側リング体112bを所定温度に維持することができる。その結果、ウェハW上と内側リング体112a周辺のラジカル密度を安定化することができる。

【0046】本実施の形態は、以上のように構成されており、処理開始直後からウェハW上とリング体112周辺のラジカル密度を均一化することができるので、ウェハWの中央部と外縁部とでエッチングレートに差が生じることがなく、ウェハW全面に均一な処理を施すことができることと共に、スループットを向上させることができる。

【0047】（第2の実施の形態）次に、図5を参照しながら、本発明を適用可能な第2の実施の形態のエッチング装置200について説明する。なお、上述した第1の実施の形態にかかるエッチング装置100と略同一の機能および構成を有する構成要素については、同一の符号を付することにより、重複説明を省略する。

【0048】本実施の形態のエッチング装置200は、ウェハWの外縁部とチャック面との間と、内側リング体112aと下部電極106との間に供給するHeの圧力を、一の圧力調整機構で調整することを特徴としている。すなわち、エッチング装置200の下部電極202には、図示の例では、上記第3ガス供給孔130と第2ガス供給管120に接続される第3ガス供給管204が内装されている。従って、ガス供給源138から供給されるHeは、第2圧力調整ユニット166で所定圧力、例えば40 Torr程度に調整された後、第2ガス供給管120と第2ガス供給孔116を介して、ウェハWの外縁部と静電チャック108との間に供給されると共に、さらに第2ガス供給管120と第3ガス供給管204と第3ガス供給孔130を介して、内側リング体112aと下部電極202との間にも供給される。なお、その他の構成は、上記エッチング装置100と略同一に構成されている。

【0049】本実施の形態は、以上のように構成されており、第2および第3ガス供給孔116、130からそれぞれ供給するHeの圧力を第2圧力調整ユニット166で行い、該Heの供給系を共有したので、内側リング体112aの温度とウェハWの温度とを比較的近い温度に設定できると共に、装置構成を簡素化する

ことができ、装置の生産コストも削減することができる。また、図示の如く、第2ガス供給管120と第3ガス供給管204とを下部電極202内で接続すれば、上記従来のエッチング装置からの構成変更を最小限に止めることができ、容易に実施することができる。

【0050】（第3の実施の形態）次に、図6を参照しながら、本発明を適用可能な第3の実施の形態のエッチング装置500について説明する。なお、本実施の形態においても、上述した第1の実施の形態にかかるエッチング装置100と略同一の機能および構成を有する構成要素については、同一の符号を付することにより、重複説明を省略する。

【0051】エッチング装置500の第3ガス供給孔130は、第3ガス供給管502を介して、第2ガス供給孔116と第2圧力調整ユニット166との間の第2ガス供給管120に接続されている。さらに、その第3ガス供給管502には、制御器140に接続されている第1可変バルブ504が介装されている。また、第3ガス供給管502の第3ガス供給孔130と第1可変バルブ504との間には、接続管506が接続されており、この接続管506は、第1ガス供給管118の第1ガス供給孔114と第1圧力調整ユニット164との間にも接続されている。さらに、接続管506には、制御器140に接続されている第2可変バルブ506が介装されている。

【0052】かかる構成により、制御器140によって第1および第2可変バルブ504、506の開度を適宜調整すれば、例えば7 Torr程度のHeが第1可変バルブ504で所定圧力に調整された後、接続管506を介して第3ガス供給管502に供給され、また例えば40 Torr程度のHeが第2可変バルブ506で所定圧力に調整された後、第2ガス供給管120を介して第3ガス供給管502に供給される。その結果、第3ガス供給孔130を介して内側リング体112aと下部電極106との間に適宜所定圧力の伝熱ガスを供給することができる。なお、その他の構成は、上記エッチング装置100と略同一に構成されている。

【0053】本実施の形態は、以上のように構成されており、上記第2の実施の形態にかかるエッチング装置200と同様に、第3ガス供給管502に独立した圧力調整ユニットを接続する必要がないので、装置構成を簡素化することができる。また、内側リング体112aと下部電極106との間に供給するHeの圧力は、第1および第2可変バルブ504、506で適宜調整できるので、内側リング体112aと下部電極106との間の熱伝導率を所望の状態に設定ことができ、内側リング体112aの温度とウェハWの温度とを比較的近い値にすることができる。

【0054】（第4の実施の形態）次に、図7を参照しながら、本発明を適用可能な第4の実施の形態のエッチ

ング装置300について説明する。なお、本実施の形態においても、上述した第1の実施の形態にかかるエッチング装置100と略同一の機能および構成を有する構成要素については、同一の符号を付することにより、重複説明を省略する。ただし、上記第1～第3の実施の形態にかかるエッチング装置100、200、500は、内側リング体112aと下部電極106との間にHeを供給するが、これに対して本実施の形態のエッチング装置300は、内側リング体112aと下部電極106との間に、静電チャック108を介したウェハWと下部電極106との熱伝導率と、内側リング体112aと下部電極106との間の熱伝導率とを略同一にする熱伝導率調整部材を介装することを特徴としている。

【0055】すなわち、エッチング装置300の内側リング体112aと下部電極106との間には、それら内側リング体112aと下部電極106との間の熱伝導率をRとし、静電チャック108上に載置されたウェハWと下部電極106との間の熱伝導率をWとし、内側リング体112aの上面（処理室102側露出面）の面積をS1とし、内側リング体112aの底面（下部電極106との接触面）の面積をS2とした場合に、

$$R = W \times S1/S2$$

を満たす熱伝導率を有する材料膜302を介装する。なお、その他の構成は、上記エッチング装置100と略同一に構成されている。

【0056】本実施の形態は、以上のように構成されており、内側リング体112aと下部電極106との間に上記材料膜302を介装したので、ウェハWの温度と内側リング体112aの温度を略同一にすることができ、上記第1～第3の実施の形態と同様に、ウェハW全面に均一な処理を施すことができる。また、エッチング装置に、内側リング体112aと下部電極106との間に伝熱ガスを供給するガス供給機構を設ける必要がないため、エッチング装置の生産コストの上昇を抑えることができる。

【0057】（第5の実施の形態）次に、図8を参照しながら、本発明を適用可能な第5の実施の形態のエッチング装置400について説明する。なお、本実施の形態においても、上述した第1の実施の形態にかかるエッチング装置100と略同一の機能および構成を有する構成要素については、同一の符号を付することにより、重複説明を省略する。

【0058】同図に示すエッチング装置400のリング体402は、上記内側リング体112aと略同一の導電性材料から形成された略環状の内側リング体404と、上述した外側リング体112bから構成されている。この内側リング体404には、ネジ406を挿入可能な複数の貫通孔404aが形成されていると共に、貫通孔404aの処理室102側に該貫通孔404aと連通する座ぐり穴404bが形成されている。また、内側リング

体112aと下部電極106との間には、熱伝導率の高い材料、例えば表面にAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>膜が形成されたアルミニウム板408が介装される。さらに、アルミニウム板408には、上記貫通孔404aに対応して、ネジ406を挿入可能な貫通孔408aが形成されている。

【0059】また、内側リング体404の取り付け時には、アルミニウム板408と下部電極106とを不図示の熱伝導テープ（シート）で密着させると共に、内側リング体404とアルミニウム板408とを不図示の接着剤で密着させる。さらに、アルミニウム板408を複数のネジ406で下部電極106に密着、固定する。そして、ネジ406の取り付け後、座ぐり穴404bに内側リング体404と略同一の材料から成るネジカバー410を嵌装し、内側リング体404の上面を平坦化する。なお、その他の構成は、上記エッチング装置100と略同一に構成されている。

【0060】本実施の形態は、以上のように構成されており、各ネジ406の締め付けトルクを適宜調整することにより、アルミニウム板408の下部電極106に対する押圧力、すなわちアルミニウム板408と下部電極106との密着性を調整できるので、そのアルミニウム板408に接着された内側リング体404の熱伝導率を所望の状態に設定することができる。その結果、ウェハWの温度と内側リング体404の温度を略同一にすることができるので、ウェハWの全面に均一な処理を施すことができる。また、内側リング体404自体は、ネジ406で締結しないので、その内側リング体404が損傷することもない。

【0061】以上、本発明の好適な実施の形態について、添付図面を参照しながら説明したが、本発明はかかる構成に限定されるものではない。特許請求の範囲に記載された技術的思想の範疇において、当業者であれば、各種の変更例および修正例に想到し得るものであり、それら変更例および修正例についても本発明の技術的範囲に属するものと了解される。

【0062】例えば、上記実施の形態において、内側リング体と外側リング体から成るリング体を採用した構成を例に挙げて説明したが、本発明はかかる構成に限定されるものではなく、導電性リング体単独でも本発明を適用することができる。

【0063】また、上記実施の形態において、制御器が温度センサによって検出された温度情報に基づいて圧力調整ユニットを調整する構成を例に挙げて説明したが、本発明はかかる構成に限定されるものではない。例えば、予めダミーウェハにエッチング処理を施して内側リング体や外側リング体の温度変化曲線を求めて、制御器に設定しておく。そして、通常の処理時には、その予め求められた温度変化曲線に基づいて、上述した圧力調整ユニットや、ヒータの発熱量を調整しても良い。かかる構成によれば、実際の処理時にウェハやリング体の温度

を検出する温度センサをエッチング装置に設ける必要がないので、エッチング装置の生産コストを削減することができる。

【0064】さらに、上記実施の形態において、ウェハと静電チャックとの間と、内側リング体と下部電極との間に伝熱ガスを供給する構成を例に挙げて説明したが、本発明はかかる構成に限定されるものではなく、さらに外側リング体と下部電極との間にも伝熱ガスを供給する構成を採用しても、本発明を適用することができる。

【0065】また、上記実施の形態において、ポリイミド製の静電チャックを採用する構成を例に挙げて説明したが、本発明はかかる構成に限定されるものではなく、例えばセラミック製の静電チャックをエッチング装置に採用する場合でも、本発明を実施することができる。

【0066】さらに、上記実施の形態において、外側リング体にヒータを内装した構成を例に挙げて説明したが、本発明はかかる構成に限定されるものではなく、上記ヒータなどの加熱手段が設けられていない外側リング体を採用する場合でも、本発明を実施することができる。

【0067】また、上記実施の形態において、下部電極のみに高周波電力を印加するエッチング装置を例に挙げて説明したが、本発明はかかる構成に限定されるものではなく、下部電極と上部電極の両方や、上部電極のみに高周波電力を印加するエッチング装置にも本発明を適用することができ、さらに上記エッチング装置に限られず、アッシング装置やCVD装置などの各種プラズマ処理装置にも適用することができる。

【0068】

【発明の効果】本発明によれば、電極上に載置される被処理体の周囲を囲むように配置される内側リング体と外側リング体の温度と、その被処理体の温度を略同一にすることができるので、被処理体の中央部および外縁部の周辺のラジカル密度を均一化することができ、被処理体の全面に均一な処理を施すことができる。その結果、被処理体の外縁部のざりざりまで素子を形成することができるので、特に大型の被処理体に処理を施す場合の歩留りを向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明を適用可能なエッチング装置を示す概略的な断面図である。

【図2】図1に示す圧力調整ユニットを説明するための概略的な説明図である。

【図3】図3(a)は、図1に示すエッチング装置のウェハの中心から半径方向の処理室内を表す概略的な断面図であり、また図3(b)は、図3(a)に対応する処理室内のラジカル分布を表す概略的な説明図である。

【図4】図1に示すエッチング装置で複数のウェハに連続的にエッチング処理を施した際の各ウェハの温度変化を表す概略的な説明図である。

【図5】本発明を適用可能な他のエッチング装置を示す概略的な断面図である。

【図6】本発明を適用可能な他のエッチング装置を示す概略的な断面図である。

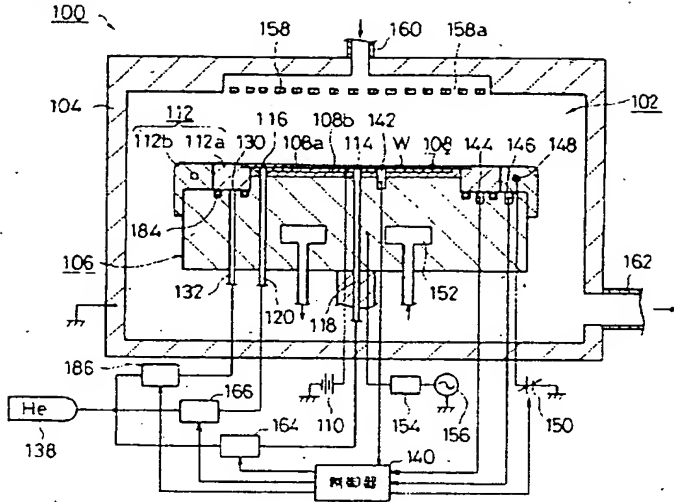
【図7】本発明を適用可能な他のエッチング装置を示す概略的な断面図である。

【図8】本発明を適用可能な他のエッチング装置を示す概略的な断面図である。

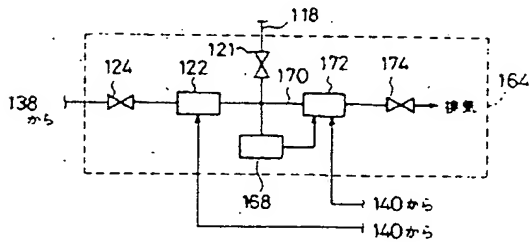
【符号の説明】

100	エッチング装置
102	処理室
106	下部電極
108	静電チャック
112	リング体
112a	内側リング体
112b	外側リング体
114	第1ガス供給孔
116	第2ガス供給孔
130	第3ガス供給孔
138	ガス供給源
140	制御器
142	第1温度センサ
144	第2温度センサ
146	第3温度センサ
148	ヒータ
152	冷媒循環路
158	上部電極
164	第1圧力調整ユニット
166	第2圧力調整ユニット
186	第3圧力調整ユニット
W	ウェハ

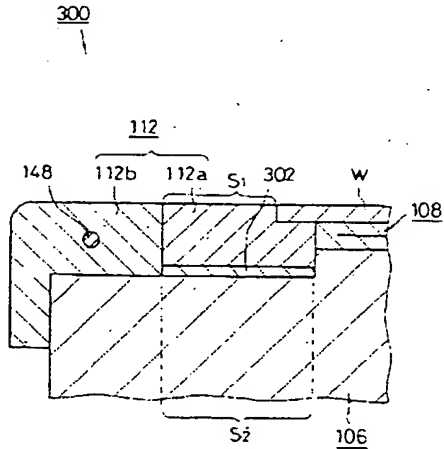
【図1】



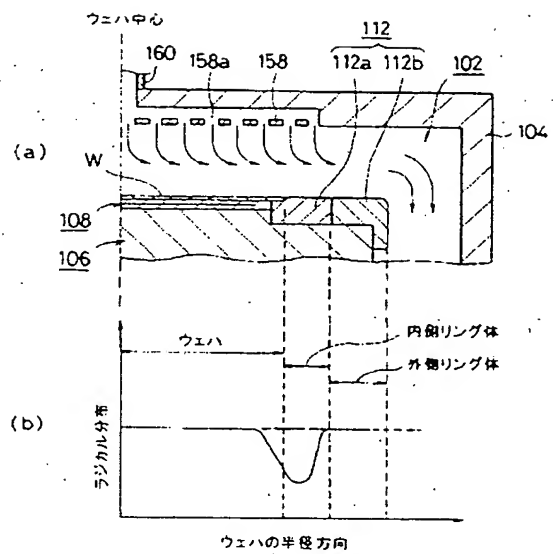
【図2】



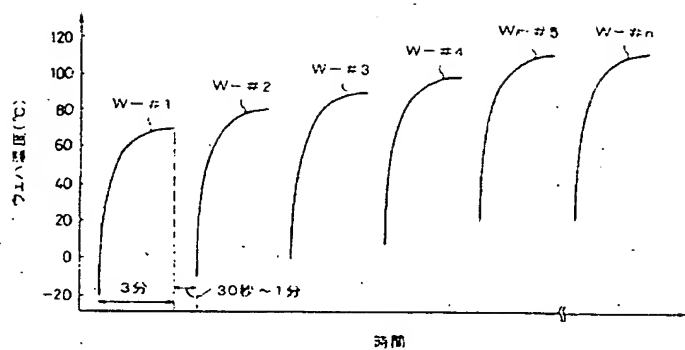
【図7】



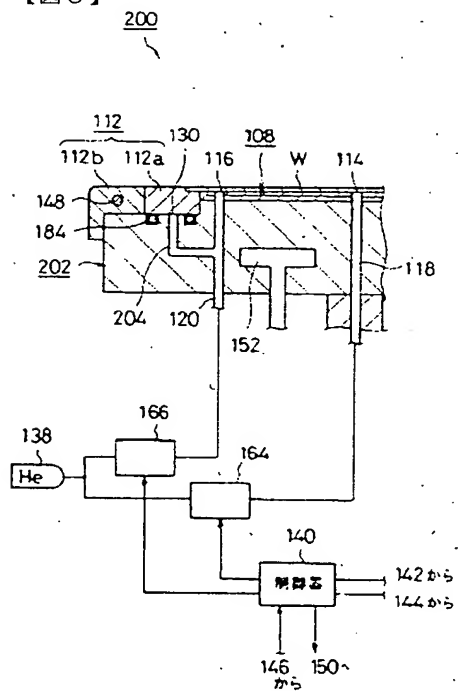
【図3】



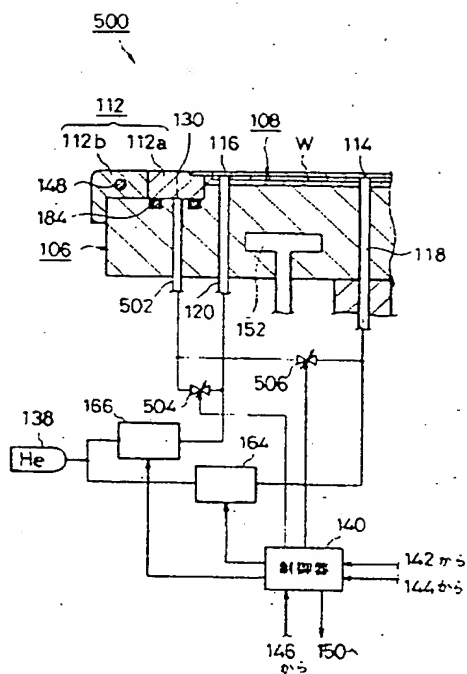
【図4】



【図5】

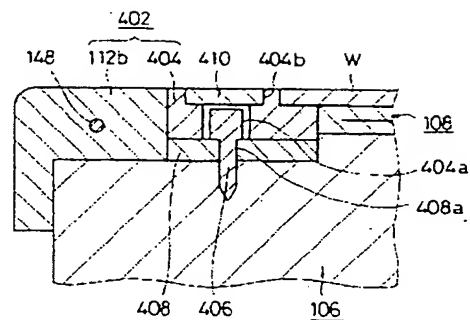


【図6】



【図8】

400



フロントページの続き

(72)発明者 石原 博之  
山梨県韮崎市藤井町北下条2381番地の1  
東京エレクトロン山梨株式会社内  
(72)発明者 樋口 公博  
山梨県韮崎市藤井町北下条2381番地の1  
東京エレクトロン山梨株式会社内  
(72)発明者 丸山 幸児  
山梨県韮崎市藤井町北下条2381番地の1  
東京エレクトロン山梨株式会社内

Fターム(参考) 4K057 DA11 DA16 DA19 DA20 DD02  
DD08 DE06 DG14 DM03 DM08  
DM35 DM39 DN01  
5F004 BA04 BB13 BB22 BB25 BB26  
BC03 CA02 CA04 CA08 CB12  
5F031 FF03 GG10 GG20 KK03 KK06  
5F045 AA08 BB01 DP03 EE17 EH13  
EJ03 EK21 EM05 GB05 GB06